

## Access Control for D2D Systems in 5G Wireless Networks

Seog-Gyu Kim\*, Jae-Hyun Kim\*

\*Professor, Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University, Andong, Korea

\*Professor, Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University, Andong, Korea

### [Abstract]

In this paper, we compare two access control mechanisms for D2D(Device-to-Device) systems in 5G wireless networks and propose an effective access control for 5G D2D networks. Currently, there is no specified access control for 5G D2D networks but there can be two access control approaches for 5G D2D networks. One is the UE-to-Network Relay based access control and the other is the Remote UE(User Equipment) based access control. The former is a UE-to-Network Relay carries out the access control check for 5G D2D networks but the latter is a Remote UE performs the access control check for 5G D2D networks. Through simulation and evaluation, we finally propose the Remote UE based access control for D2D systems in 5G wireless networks. The proposed approach minimizes signalling overhead between the UE-to-Network Relay and the Remote UE and more efficiently performs the access control check, when the access control functionalities are different from the UE-to-Network Relay in 5G D2D networks.

▶ **Key words:** D2D, ProSe, Access Control, Relay, 5G, IoT

### [요 약]

본 논문에서는 5G 무선 네트워크 D2D 시스템에서 수행될 수 있는 두 가지 액세스 제어 메커니즘들을 비교해 보고 효과적인 액세스 제어 기법을 제안한다. 현재 5G D2D 시스템에서는 액세스 제어 기법이 표준 규격에 제정 되어 있지 않고 있으나, 두 가지 액세스 제어 기법들이 가능하다. 하나의 방식으로는 UE-to-Network Relay 기반의 액세스 제어 기법이고, 다른 하나의 방식으로는 Remote UE 기반의 액세스 제어 기법이다. 전자의 경우는 UE-to-Network Relay가 액세스 제어 검사를 수행하는 것이며, 후자의 경우는 Remote UE가 액세스 제어 검사를 직접 수행하는 방식이다. 실험 평가 결과, 본 논문에서는 5G 무선 네트워크 D2D 시스템에서 효율적인 액세스 제어 방안으로써 Remote UE 기반의 액세스 제어 기법을 최종 제안한다. Remote UE 기반의 액세스 제어 기법은 UE-to-Network Relay 기반의 액세스 제어 기법이 비하여, 신호 오버헤드를 최소화하고, 서로 액세스 제어 기능들이 다른 경우 보다 효율적인 액세스 제어 검사를 수행할 수 있다.

▶ **주제어:** D2D, ProSe, 액세스 제어, Relay, 5G, IoT

---

• First Author: Seog-Gyu Kim, Corresponding Author: Seog-Gyu Kim  
\*Seog-Gyu Kim (sgkion@anu.ac.kr), Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University  
\*Jae-Hyun Kim (jaekim@anu.ac.kr), Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University  
• Received: 2020. 11. 25, Revised: 2020. 12. 16, Accepted: 2020. 12. 18.

## I. Introduction

5G 이동통신 기술은 4차 산업혁명 시대의 핵심 인프라 기술로써, 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 자율주행 등 다양한 산업의 융합 발전을 이끌 수 있는 동력이 될 것으로 여겨지고 있다[1, 4-6, 8, 19]. 또한, 사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술로써, 오늘날 다양한 모바일 기기 및 웨어러블(wearable) 기기들 등 다양한 기기들이 서로 연결되어 직접 통신하거나 인터넷과 연결되어 통신이 가능한 기술이다[1, 4-6, 19]. 한편, 최근 사물인터넷의 부각으로 인하여 스마트 디바이스와의 연동을 위한 통신 방법들 가운데 하나로 단말간 직접 통신(D2D; Device-to-Device) 통신기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 D2D 통신기술은 단말들 사이의 근접성을 기반으로 운영되며, 통신 망의 자원 효율성 증대, 단말기 소비 전력 감소, 이동통신 영역 확대 등의 기술적으로 많은 장점을 가지고 있다[2-3, 6-7]. 이동통신 기술의 국제 표준 규격을 담당하고 있는 3GPP에서는 이러한 D2D 기술을 ProSe(Proximity-based Service)라고 명명하고 현재까지 표준화 작업을 진행해 오고 있다[8-17].

본 논문에서는 우선, 5G 무선 D2D 시스템을 위한 3GPP ProSe 시스템을 소개하고, 5G 이동통신의 기본적인 무선 접속 제어 기술인 3GPP 액세스 제어(Access Control) 기술을 살펴본다. 이후, 5G 무선 D2D 시스템을 위한 두가지 액세스 제어 방안을 살펴보고 성능 비교 평가를 통한 효과적인 액세스 제어 기술을 제안한다. 마지막으로, 향후 3GPP 5G 이동통신 시스템 적용을 위한 최적화된 액세스 제어 기법의 개선 방향에 대해서 고찰해본다.

## II. Preliminaries

### 1. D2D Systems in 5G Wireless Networks

D2D(Device-to-Device) 통신이란 기지국이나 이동통신 핵심 망의 인프라를 거치지 않고 단말(UE; User Equipment) 간에 직접 통신하는 기술을 의미한다. 기존의 셀룰러 망 기반의 이동통신 방식과 비교해서 D2D 통신은 단말 간에 직접 통신을 통해서 셀룰러 망의 부하를 줄일 수 있다. 또한, D2D 통신에서는 셀룰러 망과 같은 무선 주파수 자원을 공간 재활용하므로 셀 내에 동시에 여러 개의 D2D 통신링크를 생성해서 셀룰러 망의 사용률과 주파수 효율을 증대할 수 있다. 또한, 단말 간의 근거리

(Proximity) 통신으로 데이터 전송 지연과 전력을 줄일 수 있으며 단말 간의 릴레이(relay)통신을 통해서 셀 커버리지를 확장할 수 있다[2-3, 6-7]. 3GPP에서는 D2D 시스템을 ProSe(Proximity-based Service)라고 명명하고 기술 표준화를 진행해왔다. Fig. 1은 3GPP ProSe (Proximity-based Service) 시스템 구조를 보여준다. 기본적으로 5G 이동통신 ProSe 시스템은 LTE 이동통신 ProSe 시스템과 동일한 구조를 가진다. ProSe Function은 ProSe 서비스를 제공하기 위한 제어 및 데이터 통신을 지원하는 논리적 기능(Function)을 의미하는데, 응용과의 연동, 디스커버리(Discovery)와 통신을 제어하기 위한 단말 인증 및 설정 기능, ProSe 식별자(Identifier) 할당 및 관리 기능, 과금 등의 기능을 수행한다. 또한, 단말(UE) 간의 직접 통신 링크를 PC5로 정의하였다[8-12].

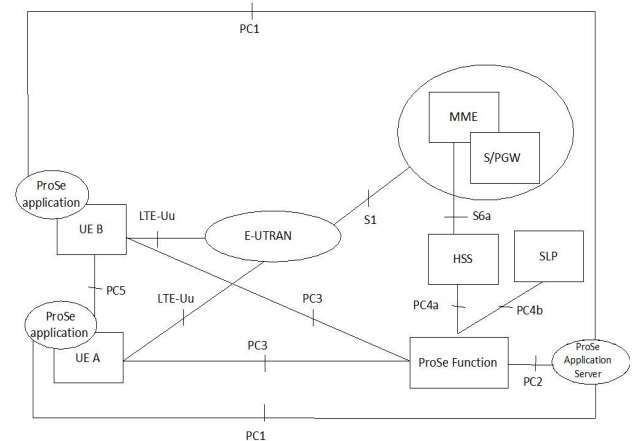


Fig. 1. 3GPP ProSe Architecture

한편, ProSe 통신의 절차는 일반적으로 세가지로 구성되어 있다. 첫 번째로 통신이 가능한 주변 ProSe 단말들을 찾는 단말 탐색(ProSe Discovery) 단계, 두 번째로 단말 탐색 과정중 찾은 단말과 무선링크를 연결하는 링크 설정(ProSe Connection establishment) 단계, 세 번째로 설정된 링크로 ProSe 데이터 통신 수행 단계로 구성된다. 단말 탐색(ProSe Discovery)는 각 ProSe 단말이 자신의 주변에 근접해 있는 ProSe 통신이 가능한 다른 단말들을 탐색하는 것을 의미한다. 이 과정에서 단말은 다른 단말들이 자신을 탐색할 수 있도록 탐색 신호를 송신하고 다른 단말들이 보내는 탐색 신호를 수신하여 ProSe 통신이 가능한 다른 단말들이 범위 내에 있음을 발견한다. 각 단말들은 탐색 신호 내에 각 단말의 존재를 식별 할 수 있는 고유한 ID 정보를 포함하여 전송함으로써 자신의 존재를 알릴 수 있다.

링크 설정(ProSe Connection establishment) 과정은 단말 탐색 단계에서 발견한 주변의 ProSe 단말들 중에서 데이터를 전송하고자 하는 단말과 데이터 전송을 위한 링크를 설정하는 과정이다. 일반적으로 하나의 ProSe 단말이 링크 설정 요청하는 신호를 근접해 있는 다른 단말에 보내면 해당 단말이 이 신호를 받고 응답 신호를 보내면서 링크를 설정하게 된다. ProSe 데이터 통신(ProSe Communication) 과정은 설정된 링크를 통하여 두 단말들이 서로 데이터를 주고 받게 된다[10-15].

## 2. Access Control in 5G Wireless Networks

액세스 제어(Access Control) 기술은 이동통신 시스템에서 매우 기본적이며 핵심적인 기술로써, 액세스 망(RAN: Radio Access Network)이 혼잡(Congestion) 상황인 경우 단말의 RAN 액세스 시도를 제어하는 기술이다. 여기서 액세스 제어한다는 것은 일반적으로 송신 데이터 혹은 시스널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)에 대한 단말의 액세스 요청 시도를 금지하거나 제한하는 것(Barring or Restricting)을 의미한다. 3GPP 5G 이동통신 시스템에서는 LTE 시스템의 여러 가지 액세스 제어 기술들(SSAC, ACB, ACB skip, EAB, ACDC)을 통합하여 UAC(Unified Access Control)라는 기술을 개발 표준화 하였다. SSAC(Service Specific Access Control)은 단말의 IMS(IP Multimedia Subsystem) 계층이 액세스 제어를 수행하는 기술로써, 송신 멀티미디어 전화 및 비디오 서비스(MO(Mobile Originating) MMTEL(Multimedia Telephony) voice or video service)가 발생했을 때 단말의 RRC(Radio Resource Control) 계층으로부터 SSAC 수행을 위한 관련 barring 정보를 제공 받아 IMS 계층에서 액세스 제어를 수행하는 것이다. ACB는 LTE 시스템에서 가장 기본적인 액세스 제어 기술로써, 혼잡 상황에서 기지국으로부터 barring 정보(barring time, barring factor 등)를 단말의 RRC가 제공 받게 된다. 단말의 응용 계층에서 송신 데이터 혹은 시스널링(MO Data or Signalling)이 발생했을 때, 해당 데이터 혹은 시그널링 전송을 위해서 단말 NAS(Non-Access Stratum) 계층에서 NAS 제어 메시지(서비스 요청: Service Request)를 전송하게 되는데, 단말 RRC(Radio Resource Control) 계층에서는 상기 NAS 제어 메시지 전송을 위해서 기지국과 RRC 연결 요청(RRC Connection Request)을 수행하게 되는데, 이때 RRC 연결 요청에 대해서 기지국으로부터 제공 받은 barring 정

보에 기반하여 액세스 제어를 수행하게 된다. 결과적으로 혼잡 상황에서 단말의 RRC 계층에서 액세스 제어를 수행하여 송신 데이터 혹은 시스널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)에 대한 단말의 액세스 요청 시도를 금지하거나 제한한다. ACB skip은 혼잡 상황에서 MO MMTEL voice, MO MMTEL video, MO SMS(Short Message Service) 세 가지 서비스는 예외적으로 단말의 기지국 액세스 요청을 허용하는 것을 의미한다. 그래서, 기지국은 단말 RRC에게 ACB skip 정보를 제공하고 일반적인 송신 데이터 혹은 시스널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)에 대한 단말의 액세스 요청 시도는 단말 RRC의 액세스 제어를 통하여 금지하거나 제한하고, 상기 MO MMTEL voice, MO MMTEL video, MO SMS(Short Message Service) 세 가지 서비스의 경우는 예외적으로 단말 RRC의 액세스 제어를 통과시켜 단말의 액세스 요청 시도를 허용 한다. EAB(Extended Access Barring)은 MTC(Machine-Type Communication) 단말에 대한 액세스 제어 기술을 의미하며, MTC 단말의 경우 NAS 제어 요청 메시지에 NAS signalling low priority indication을 설정하여 네트워크에 전송하게 되는데, 여기서 NAS signalling low priority indication은 MTC 단말임을 나타내는 지시자 정보이다. 기지국은 EAB를 수행하고자 EAB barring 정보를 단말 RRC에게 제공하고, 이러한 MTC 단말의 액세스 요청에 대해서 단말의 RRC 계층이 제공받은 EAB barring 정보에 기반하여 액세스 제어를 제한하거나 금지하게 된다. ACDC(Application specific Congestion control for Data Communication)은 단말의 응용 카테고리(ACDC categories)에 기반하여 액세스 제어를 수행하는 기술로써 단말의 응용 수준까지 액세스 제어를 수행할 수 있음을 의미한다. 기지국이 마찬가지로, ACDC categories에 기반한 Barring 정보를 단말 RRC에게 제공하고 단말 응용에서 일반적인 송신 데이터 혹은 시스널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)이 발생했을 때, 관련 ACDC categories 정보를 단말 NAS가 단말 RRC에게 전달하고 단말 RRC는 상기 NAS가 제공한 ACDC categories와 기지국으로부터 제공받은 관련 ACDC barring 정보에 기반하여 단말 응용의 액세스 요청 시도에 대한 액세스 제어를 수행하게 된다.

한편, 3GPP 5G 이동통신 시스템에서의 액세스 제어 기술인 UAC(Unified Access Control)은 기존 LTE 시스템의 여러 가지 액세스 제어 기술을 통합하였으며 기본 동작

은 ACDC와 비슷한 동작 수행을 한다. Fig. 2는 UAC의 동작 수행을 보여준다. UAC는 모든 단말이 설정 사용하는 표준화된 UAC categories 정보와 사업자가 설정 사용하는 operator-defined access categories 정보로 구성된 access categories 정보에 기반하여 액세스 제어를 수행한다. 기지국이, UAC categories에 기반한 Barring 정보를 단말 RRC에게 제공하고 단말 응용에서 일반적인 송신 데이터 혹은 시스널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)이 발생했을 때, 관련 UAC categories 정보를 단말 NAS가 단말 RRC에게 전달하고 단말 RRC는 상기 NAS가 제공한 UAC categories와 기지국으로부터 제공 받은 관련 UAC barring 정보에 기반하여 단말 응용의 액세스 요청 시도에 대한 액세스 제어를 수행하게 된다 [10-11, 13, 16-17].

한편, 상기 액세스 제어를 수행할 때, 응급 전화(Emergency call), 수신 전화(MT(Mobile Terminated) call)나 특별한 access identifiers에 해당하는 단말의 액세스 요청 시도의 경우는 예외적으로 액세스 제어를 적용하지 않고 단말의 요청을 네트워크에게 전송하게 된다.

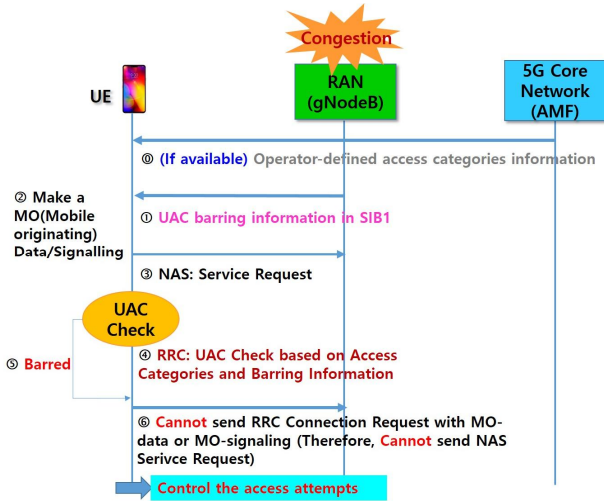


Fig. 2. Unified Access Control in 5G Wireless Networks

### III. The Proposed Scheme

현재 3GPP 5G D2D 시스템에서 멀티 홉(multi-hop)으로 구성된 상황에서 액세스 제어 방안에 대해서 표준화 및 정의되어 있지 않다. 기본적으로 멀티 홉으로 구성된 5G D2D 시스템은 5G 이동통신망 커버리지(coverage) 밖에 있는 단말(Remote UE)과 이러한 Remote UE에게 네트워크와의 통신 연결을 지원하는 UE-to-Network Relay 및

5G 네트워크로 구성된다. 5G 무선 D2D 네트워크에서 적용 가능한 액세스 제어 방안은 UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어 방안과 Remote UE 기반 액세스 제어 방안이다. 다음 절에서는 이러한 두 가지 방안에 대해서 비교 살펴보고, 문제점 및 효과적인 액세스 제어 기법에 대해서 고찰해본다.

#### 1. Two Access Control Approaches for 5G D2D Networks

5G 무선 D2D 네트워크는 크게 Remote UE와 UE-to-Network Relay 그리고 5G 네트워크로 구성된다. Remote UE는 5G 네트워크 통신 커버리지 밖에 있는 UE를 의미하며, UE-to-Network Relay를 통해 5G 네트워크와 통신 연결을 수행할 수 있다. UE-to-Network Relay는 5G 네트워크 통신 커버리지 안에 있는 UE를 의미하며, Remote UE에게 5G 네트워크와 통신 연결을 지원해준다. 결국, Remote UE는 UE-to-Network Relay를 통해서 5G 네트워크와 통신을 할 수 있다. 이러한 5G 무선 D2D 네트워크 환경에서 적용 가능한 액세스 제어 방안은 Fig. 3에서 보여지듯이 크게 두가지 방안이 가능하다.

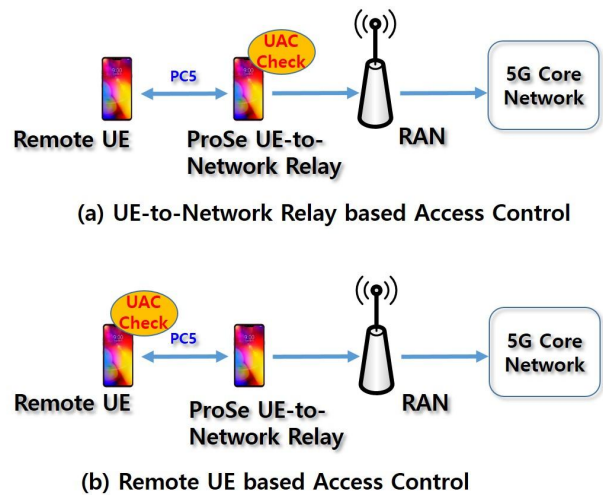


Fig. 3. Two Access Control Approaches in 5G D2D

우선 첫번째 방안은, UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어(UE-to-Network Relay based Access Control) 기법이다. 이 기법은 UE-to-Network Relay가 5G 네트워크로부터 액세스 제어 관련 barring 정보를 제공받고 Remote UE로부터 동작 가능한 액세스 제어 기능 정보를 제공받은 뒤, Remote UE가 데이터 통신 연결을 위한 액세스 요청을 5G 네트워크에게 할 때, 상기 제공받은 정보들 기반으로 액세스 제어를 수행하게 된다. 이때, 수행하는 액세스 제어는 기존 UAC 기법을 수행하게 된다. 한편,

Remote UE로부터 동작 가능한 액세스 제어 기능 정보를 제공받는 이유는 Operator-defined access categories 정보는 사업자가 선택적으로 단말에게 제공하는 사업자 설정 access categories 정보이므로 단말마다 다르게 적용될 수 있다. 따라서, UE-to-Network Relay가 Remote UE의 데이터 통신에 대한 액세스 제어를 Remote UE 대신하여 정확하게 수행하기 위해서는 Remote UE가 동작할 수 있는 액세스 제어 기능 정보들을 획득해야만 한다. 결국, UE-to-Network Relay와 Remote UE의 액세스 제어 기능들이 서로 상이할 수 있어 UE-to-Network Relay가 Remote UE가 수행할 수 있는 액세스 제어 기법을 정확히 대신하여 수행하지 못하는 상황이 발생할 수도 있다. 만약, UE-to-Network Relay가 Remote UE가 수행할 수 있는 액세스 제어 기법을 정확히 대신하여 수행하지 못하는 상황이 발생한다면, Remote UE의 액세스 요청 시그널링을 제어하지 못하고 그대로 5G 네트워크에 전송하게 된다. 결과적으로, 5G 네트워크의 혼잡상황에서 오히려 혼잡상황을 더욱 악화시킬 수 있다. 더불어, UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어 방식은 UE-to-Network Relay가 Remote UE의 액세스 요청 시그널링에 대한 액세스 제어를 수행한 후 그 결과를 Remote UE에게 응답하여 알려야 하므로 이에 대한 추가적인 시그널링 오버헤드가 발생한다.

다른 두 번째 방안은, Remote UE 기반 액세스 제어 (Remote UE based Access Control)이다. 이 기법은 UE-to-Network Relay가 5G 네트워크로부터 액세스 제어 관련 barring 정보를 제공받고 Remote UE에게 관련 barring 정보를 제공하는 것이다. 이후, Remote UE가 데이터 통신 연결을 위한 액세스 요청을 5G 네트워크에게 할 때, UE-to-Network Relay로부터 제공받은 정보들 기반으로 Remote UE가 직접 액세스 제어를 수행하게 된다. 따라서 이때, 수행하는 액세스 제어는 기존 UAC 기법을 수행하게 된다. 따라서, Remote UE 기반 액세스 제어 방안은 barring 정보를 UE-to-Network Relay로부터 제공받아 직접 액세스 제어를 수행하므로 UE-to-Network Relay와 Remote UE의 액세스 제어 기능들이 서로 상이함이 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있다. 결국, UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어 기법과 달리 Remote UE 기반 액세스 제어 기법이 스스로 정확하고 효과적인 액세스 제어 기능을 수행할 수 있다.

## 2. Proposed Remote UE based Access Control for D2D Systems in 5G Wireless Networks

앞 절에서 살펴본 것처럼, 본 논문에서는 5G 무선 D2D 네트워크에서 효과적인 액세스 제어 기법으로 Remote

UE 기반 액세스 제어(RUAC; Remote UE based Access Control) 기법을 제안한다. RUAC는 Remote UE 응용에서 송신 데이터 혹은 시그널링(MO(Mobile Originating) Data or Signalling)이 발생했을 때, 이를 5G 네트워크로 전송하고자 액세스 요청 시도를 할 때, UE-to-Network Relay를 통해서 액세스 제어 관련 barring 정보를 제공받고, Remote UE의 UAC categories 정보와 함께 이를 기반으로 액세스 제어를 직접 수행하는 기법이다. 이렇게 함으로써 UE-to-Network Relay와의 액세스 제어 기능의 상이함 문제를 해결할 수 있으며, 이로 인한 UE-to-Network Relay를 통한 5G 네트워크로의 불필요한 액세스 요청 시도를 수행하지 않게 되어 리소스 및 시그널링 오버헤드를 최소화할 수 있다. 한편, Remote UE가 UE-to-Network Relay로부터 UAC barring 정보를 제공받는 것은 ProSe Discovery 과정에서 UE-to-Network Relay를 찾아 링크를 설정 연결할 때 제공받을 수 있거나 ProSe Discovery 과정이 끝난 이후 별도의 메시지 정보로 제공받을 수도 있다.

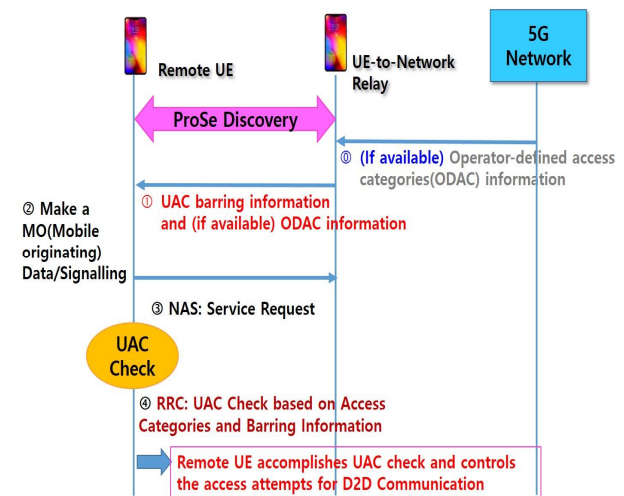


Fig. 4. Proposed Remote UE based Access Control

Fig. 4는 RUAC의 동작을 보여주며, 구체적인 동작은 다음과 같다.

Step 0) Remote UE는 ProSe Discovery 과정을 통하여 5G 네트워크 커버리지 영역 안에 있는 이웃 릴레이 단말 UE-to-Network Relay를 찾아 PC5 링크를 연결 설정하게 된다. 또한 이용가능한 ODAC(Operator-defined access categories) 정보를 5G 네트워크로부터 UE-to-Network Relay를 통하여 제공받을 수도 있다.

Step 1) 5G 네트워크로부터 액세스 제어 관련 barring 정보를 UE-to-Network Relay를 통해서 Remote UE



RRC가 제공받게 되는데, 이것은 상기 step 0의 ProSe Discovery 과정을 통해서 제공 받을 수도 있고 별도의 메시지 정보를 통하여 제공 받을 수도 있다. 이때 제공받은 액세스 제어 관련 barring 정보는 Remote UE RRC가 저장 관리하게 된다.

Step 2-3) Remote UE의 응용에서 송신 데이터 혹은 시스널링(MO Data or Signalling)이 발생했을 이것을 전송하기 위한 NAS 요청 메시지(Service Request)를 Remote UE NAS가 5G 네트워크로 전송하게 되는데, 이때 관련 UAC categories 정보와 함께 이 NAS 요청 메시지를 Remote UE RRC에게 전달한다.

Step 4) Remote UE RRC는 상기 NAS로부터 제공받은 UAC categories 정보와 UE-to-Network Relay를 통하여 5G 네트워크로부터 제공받은 barring 정보에 기반하여 상기 NAS 요청 메시지를 전송하기 위한 RRC 연결 요청(connection request)에 대한 UAC 검사를 수행한다. 혼잡 상황인 경우, 이러한 RRC 연결 요청에 대해서 전송을 제한하거나 금지하여 Remote UE의 액세스 요청에 대한 제어를 수행하게 된다.

결국, 상기 제안하는 RUAC는 5G 무선 D2D 네트워크에서 효과적으로 액세스 제어를 수행함으로써 혼잡상황에서 5G 네트워크로의 불필요한 액세스 요청 시도를 방지하고 리소스 및 시그널링 오버헤드를 최소화할 수 있는 액세스 제어 기법이다.

#### IV. Simulation and Evaluation

본 장에서는 5G 무선 D2D 네트워크 환경에서 적용 가능한 두 가지 액세스 제어 방안인 UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어(UNRAC; UE-to-Network Relay based Access Control) 기법과 Remote UE 기반 액세스 제어(RUAC; Remote UE based Access Control)을 실험을 통하여 비교 성능평가를 해보고자 한다. 일단, Remote UE와 UE-to-Network Relay가 ProSe Discovery 과정을 거쳐 서로의 존재를 찾아 링크 연결 설정을 완료했다고 가정하였다. 또한 5G 네트워크로부터 ODAC 정보를 Remote UE와 UE-to-Network Relay에게 각각 제공하고 또한 ODAC 정보가 서로 상이하다고 가정하였다. 실험 평가는 MATLAB[19]을 사용하였으며, 실험에 적용한 파라미터들은 Table 1과 같다.

Table 1. Simulation Parameters

Parameters	Value
Traffic model	Exponential dist. with mean 30(s)
UE processing delay	3 (ms)
Retransmission delay	16 (ms)
Transmission delay	1 (ms)
5G-RAN processing delay	2 (ms)
5G core network delay	0.5 (ms)
Buffering delay	0.5 (ms)

Fig. 5은 혼잡 상황에서 액세스 제어가 수행되고 있는 경우, 정규화 네트워크 부하를 나타낸 결과이다. 여기서 정규화 네트워크 부하는 혼잡 상황에서 UE-to-Network Relay 또는 Remote UE가 각각 UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어와 Remote UE 기반 액세스 제어를 각각 수행하고 있을 때, 5G 네트워크에게 추가적으로 전달되는 시그널링 오버헤드를 의미한다. UE-to-Network Relay와 Remote UE의 ODAC(Operator-defined access categories) 정보가 서로 상이한 경우, UNRAC 기법의 경우 Remote UE의 액세스 요청 시도에 대해서 정확히 액세스 제어를 하지 못하고 통과시켜 5G 네트워크에게 그대로 전송하게 된다. 반면에, RUAC 기법의 경우, UE-to-Network Relay와 Remote UE의 ODAC(Operator-defined access categories) 정보가 서로 상이함과는 상관없이, Remote UE가 직접 액세스 제어를 수행하므로, 정확한 액세스 제어를 수행할 수 있다. 따라서, 불필요한 액세스 요청 시그널링을 5G 네트워크에 추가적으로 전송하지 않아 혼잡 상황의 네트워크를 악화시키지 않는다. 결과적으로, 본 논문에서 제안하는 RUAC 기법이 UNRAC 기법보다 정확한 액세스 제어를 수행할 수 있으며, 이에 따른 불필요한 액세스 요청 시그널링을 발생시키지 않아 혼잡 상황의 5G 네트워크에게 추가적인 부하를 전달하지 않게 된다. 따라서 혼잡 상황의 네트워크를 악화시키지 않게 된다.

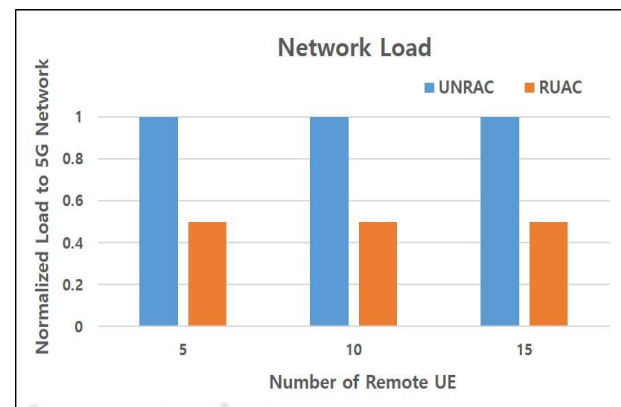


Fig. 5. Network Load

특히, 5G 무선 D2D 네트워크에서는 네트워크 리소스 및 단말의 배터리 소모 등에 대한 관리 제어가 보다 엄격하게 필요하므로 RUAC가 보다 효과적으로 적용 가능함을 확인할 수 있다.

Fig. 6은 혼잡 상황에서 액세스 제어가 수행되고 있는 경우, 시그널링 오버헤드에 따른 정규화 배터리 소모를 나타낸 결과이다. 여기서 정규화 배터리 소모는 혼잡 상황에서 UE-to-Network Relay 또는 Remote UE가 각각 UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어와 Remote UE 기반 액세스 제어를 각각 수행하고 있을 때, 발생하는 액세스 제어 수행 관련 시그널링 메시지에 따른 배터리 소모량을 의미한다. UE-to-Network Relay 와 Remote UE의 ODAC(Operator-defined access categories) 정보가 서로 상이한 경우, UNRAC 기법의 경우 Remote UE의 액세스 요청 시도에 대해서 정확히 액세스 제어를 하지 못하고 통과시켜 5G 네트워크에게 그대로 전송하게 된다. 또한, UNRAC 기법은 Remote UE의 액세스 요청에 대한 액세스 제어를 대신 수행 후 그 결과를 Remote UE에게 알리게 된다. 결과적으로 이러한 동작 특성에 따라서 불필요하거나 혹은 추가적인 시그널링 오버헤드가 발생한다. 반면에, RUAC 기법의 경우, UE-to-Network Relay와 Remote UE의 ODAC(Operator-defined access categories) 정보가 서로 상이함과는 상관없이, Remote UE가 직접 액세스 제어를 수행하므로, 정확한 액세스 제어를 수행할 수 있다. 따라서, 불필요한 액세스 요청 시그널링을 발생시키지 않으며, 별도의 추가적인 액세스 제어 수행 관련 오버헤드가 발생하지 않는다. 결과적으로, 본 논문에서 제안하는 RUAC 기법이 UNRAC 기법보다 불필요한 액세스 요청 시그널링을 발생시키지 않아 이에 따른 배터리 소모를 최소화 할 수 있다.

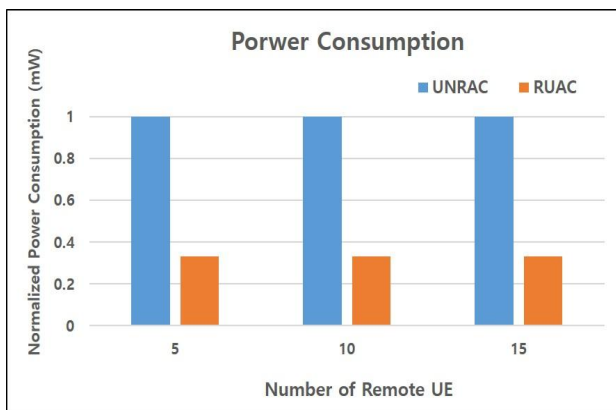


Fig. 6. Power Consumption

특히, 5G 무선 D2D 네트워크에서는 Remote UE와 UE-to-Network Relay의 배터리 소모 관리와 네트워크 리소스 관리 제어가 매우 중요한 요구사항이므로 RUAC가 훨씬 효과적으로 적용 가능한 액세스 제어 방안임을 확인할 수 있다.

## V. Conclusions

본 논문에서는 3GPP 5G 무선 D2D 시스템의 주요 특징과 5G 이동통신 시스템에서의 중요한 액세스 제어 개념과 주요 기법에 대해서 살펴보았다. 3GPP 5G 무선 D2D 시스템은 Remote UE, UE-to-Network Relay 및 5G 네트워크로 구성되어 있는데, 현재 정확한 액세스 제어 방식에 대해서 정의되어 있지 않고 있다. 본 논문에서는 3GPP 5G 무선 D2D 시스템에서의 적용 가능한 두 가지 액세스 제어 방안, UE-to-Network Relay 기반 액세스 제어(UNRAC; UE-to-Network Relay based Access Control) 방안과 Remote UE 기반 액세스 제어(RUAC; Remote UE based Access Control) 방안이다. UNRAC 기법은 UE-to-Network Relay가 Remote UE의 데이터 통신 연결을 위한 액세스 요청에 대한 액세스 제어를 대신 수행하는 기법이며, RUAC 기법은 Remote UE의 데이터 통신 연결을 위한 액세스 요청에 대한 액세스 제어를 직접 수행하는 기법이다. 두 가지 기법에 대해서 UE-to-Network Relay와 Remote UE의 ODAC 정보의 상이함이 발생하는 경우 그리고 이에 따른 불필요한 시그널링 오버헤드 발생 문제점과 UNRAC의 경우, Remote UE를 대신하여 수행한 액세스 제어에 대한 결과를 Remote UE에게 알려야 하는 추가적인 시그널링 오버헤드 발생 문제점을 함께 고찰해 보았다. 따라서, 본 논문에서는 RUAC 기법이 5G 무선 D2D 네트워크에서 효과적으로 액세스 제어를 수행함으로써 혼잡상황에서 5G 네트워크로의 불필요한 액세스 요청 시도를 방지하고 리소스 및 시그널링 오버헤드를 최소화 할 수 있는 액세스 제어 기법임을 확인하여 제안하였다. 향후, 이러한 효과적인 RUAC 기법은 3GPP 5G 무선 D2D 시스템 표준화 작업을 통해서 다양한 망 구성 시나리오에 따른 최적화된 액세스 제어 관리 기법과 함께 연구 개선되어야 할 것이다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by a Research Grant of Andong National University

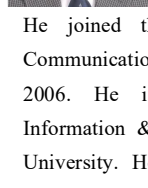
## REFERENCES

- [1] A. Chosh, A. Maeder, M. Baker, and D. Chandramouli, "5G Evolution: A View on 5G Cellular Technology Beyond 3GPP Release 15," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 127639-127651, Sep. 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2939938
- [2] P.K. Malik, D.S. Wadhwa, and J.S. Khinda, "A Survey of Device to Device and Cooperative Communication for the Future Cellular Networks," *International Journal of Wireless Information Networks*, pp. 411-432, Feb. 2020
- [3] K. Shamganth and Martin. J.N. Sibley, "A survey on relay selection in cooperative device-to-device (D2D) communication for 5G cellular networks," *Proceeding of International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, Aug. 2017. DOI: 10.1109/ICECDS.2017.8390216
- [4] N.K. Kim, Y.J. Kim, J.W. Huh, J.Y. Choi, J.Y. Choi, Y.S. Kim, W.S. Na, L.H. Park, and S.R. Cho, "The need for 5G in the Age of Fourth Industrial Revolution and a Standardization Trends about 5G Mobile Communication," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 739-740, June 2017.
- [5] J.S. Kim and M.H. Lee, "5G Mobile Communications: 4th Industrial Aorta," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 4, No. 1, pp. 337-351, Feb. 2018.
- [6] P.K. Mishra, A.K. Mishra, and S. Tripathi, "Relay Selection Scheme for Dynamic Network Scenario in Multi-hop D2D Communication," *IEEE 4th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)*, Feb. 2019. DOI: 10.1109/CCOMS.2019.8821780
- [7] Z. Lin, L. Du, Z. Gao, L. Huang, X. Du, and M. Guizani, "Analysis of discovery and access procedure for D2D communication in 5G cellular network" *IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, April 2016. DOI: 10.1109/WCNC.2016.7564761
- [8] 3GPP TS 22.261 v16.10.0: "Service requirements for the 5G system; Stage 1", Dec. 2019.
- [9] 3GPP TS 22.278 v15.4.0: "Service requirements for the Evolved Packet System (EPS)", Sept. 2018.
- [10] 3GPP TS 23.501 v15.8.0: "System Architecture for the 5G System; Stage 2", Dec. 2019.
- [11] 3GPP TS 23.502 v15.8.0: "Procedures for the 5G System; Stage 2", Dec. 2019.
- [12] 3GPP TS 23.303 v15.1.0: "Proximity-based services (ProSe); Stage 2", Jun. 2018.
- [13] 3GPP TS 24.501 v15.6.0: "Non-Access-Stratum (NAS) protocol for 5G System (5GS); Stage 3". Dec. 2019.
- [14] 3GPP TS 24.334 v15.2.0: "Proximity-services (ProSe) User Equipment (UE) to ProSe function protocol aspects; Stage 3". Sept. 2018.
- [15] 3GPP TS 24.333 v15.2.0: "Proximity-services (ProSe) Management Objects (MO)". Sept. 2018.
- [16] 3GPP TS 38.331 v15.8.0: "NR; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification", Jan. 2020.
- [17] 3GPP TS 38.413 v15.6.0: "NG-RAN; NG Application Protocol (NGAP)", Jan. 2020.
- [18] J.H. Kim and S.G. Kim, "An efficient session management scheme for low-latency communications in 5G systems," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 2, pp. 83-92, Feb. 2020. DOI: 10.9708/jksci.2020.25.02.000
- [19] MATLAB, <https://kr.mathworks.com>

## Authors



Seog-Gyu Kim received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in Electronic Engineering from Yonsei University, Korea, in 1990, 1992 and 1997, respectively. He worked as senior researcher in SK Telecom from 1997 to 2004.



He joined the faculty of the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University in 2006. He is currently a Professor in the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University. He is interested in Next-generation network like 5G network, mobile computing, AI and IoT.



Jae-Hyun Kim received the M.S. and Ph.D. degrees in Electrical & Electronic Engineering from Yonsei University, Korea, in 2003 and 2011 respectively. He worked as chief research engineer in LG Electronics

from 2010 to 2019. Dr. Kim joined the faculty of the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University in 2019. He is currently an Assistant Professor in the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University. He is interested in advanced communication networks like 5G mobile communications, NGN, IoE and AI.